

근육팽창측정센서를 이용한 주관절 운동시 주동근-길항근의 근활성도 경향성 분석

Trend Analysis using the MVS(Muscle Volume Sensor) for Muscle Activation of Elbow Agonist and Antagonist

*김규정¹, #한창수², 장혜연², 이희돈², 서아름³, 이재영³, 한정수⁴

*K. J. Kim¹, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)², H.Y.Jang², H.D.Lee², A.R.Seo³, J.Y.Lee³, J.S.Han⁴
¹한양대학교 지능형로봇학과, ²한양대학교 기계공학과, ³한양대학교 메카트로닉스공학과, ⁴한성대학교 기계시스템공학과

Key words : Muscle Volume Sensor(MVS), Muscle Activation, Elbow, Isometric, Isotonic

1. 서론

오늘날 생체역학과 의공학 기술이 발달함에 따라 근전도, 뇌전도 등의 생체신호 통해 인간의 의도를 파악하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 근전도(Electromyogram data, EMG)는 생체신호를 측정하는 센서 중 하나로서 근육에서 발생하는 활동전위를 측정하여 인간의 동작과 힘에 관한 의도를 파악할 수 있다. EMG신호의 장점은 근육을 움직일 때 나타나는 주동근(agonist)과 길항근(antagonist)의 활성도를 구분할 수 있으며, 외부 하중(external weight, EW)에 대한 근육의 활동도를 구분할 수 있다는 점이다. 하지만 피부에 밀착시켜야 하는 착용감 문제와 전자기 잡음 등의 노이즈에 민감하며 특정 부위에서만 비교적 뚜렷한 활성화 신호를 보인다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 개발된 근활성도 측정 센서로는 근섬유들의 부피 변화로 인한 미세진동을 측정하는 근육 진동 센서(mechno-myography, MMG)와 압력 센서를 이용한 근육경도센서(muscle stiffness sensor) 등이 있다. 하지만 착용성 좋지 않으며 주동근과 길항근의 활성도를 구분하지 못하는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 근육의 부피변화를 통해 근활성도를 측정하는 방식의 MVS(Muscle Volume Sensor)를 사용하여 기존 센서들의 문제점들을 개선하였고,¹ 근전도 신호와 비교 분석하였다.

2. 개념설계

근육은 팽창과 수축에 의한 일련의 과정을 거치면서 생리학적으로 단면적(cross-sectional area, CSA)의 변화를 나타낸다.² 이러한 CSA의 변화를 피부 표면에서 측정하기 위해 형상기억플라스틱을 이용하여 팽창-수축 동안의 변화를 측정할 수 있는 MVS를 설계 하였다.

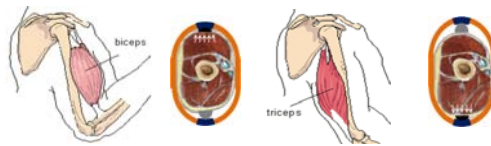


Fig. 2 MVS hardware Design for measuring muscle volume

기존 선행연구는 MVS를 이용하여 관절의 각도만을 추정하였지만 본 연구에서는 MVS 하드웨어의 개발로 각도에 따라 부피가 팽창하는 값과 힘이 작용하여 근육의 부피가 팽창하는 값을 측정하였다.

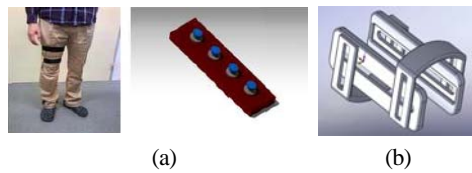


Fig. 3 (a) Earlier version of MVS¹ (b) Development of the MVS hardware

3 실험 및 평가방법

주관절의 정적, 동적 자세에서의 근 팽창 변화를 정량적으로 측정하기 위해 근력측정 장비인 Kin-Com을 사용하였다.



Fig. 4 Measuring elbow flexor/extensor test

정적 자세에서의 측정은 등척성(isometric)수축일때의 상완이두근(biceps)과 상완삼두근(tirceps)을 측정하

있고,³ 동적 자세에서의 측정은 굴곡·신전 운동에서 등장성(isotonic)수축하는 biceps와 triceps를 측정하였다. 주관절의 각도는 Photentio meter를 통해 측정하였다.

첫 번째 실험은 isometric 수축시 주관절 굴곡 각도에 따른 MVC(maximal voluntary contraction)값과 외적 모멘트(external moment, EM)의 변화에 따른 근활성화 변화를 측정하였다.

두 번째 실험은 isotonic 수축시 EM의 변화에 따른 두 신호의 경향성을 비교하고자 하였으며, 외적 모멘트의 결정 요소인 모멘트암(moment arm, EMA)은 23cm, EW는 6.9Nm, 11.5Nm, 20.7Nm로 설정하였다.

5. 실험결과 및 고찰

첫 번째 실험 결과 두 신호 모두 각도에 따라 차이를 보였으며, 피부표면에서 근육의 전기적 활동 전위를 측정하는 EMG신호와 달리 근육의 수축으로 인해 변화한 CSA를 측정하는 MVS의 경우 관절 각도에 더 큰 영향을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 또한 50°~90°사이에서 가장 큰 팽창을 나타냈다.

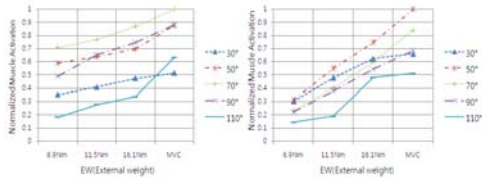


Fig. 5 MVS and EMG signal during isometric elbow contraction

fig. 6는 주관절 굴곡시 주동근인 biceps에서의 isotonic 수축시 근육의 팽창을 보여주고 있으며, EM을 변화시켰을 때에도 근육의 팽창정도가 커짐을 알 수 있다.¹

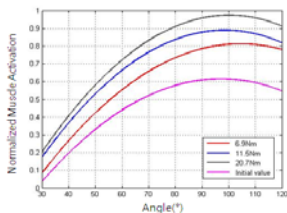


Fig. 6 MVS signal during elbow flexion.

특히 자중과 각 EM 별로 각도와 센서값을 mapping 하여 R²을 도출하였다. 자중만을 고려한 R²값은 0.9605이었으며, EM의 변화에 따라 6.9Nm일 때 0.9725, 11.5Nm일 때 0.9484, 20.7Nm일 때 0.9067로 R²값이 90% 이상으로 높은 신뢰성을 보였다.

fig. 7은 굴곡·신전 운동에서의 주관절의 주동근과 길항근을 구분한 결과를 보여주고 있다. 굴곡운동 시에는 biceps에서 두드러진 근활성도를 나타냈으며, 신전시에는 triceps에서 큰 활성도를 볼 수 있었다.

본 연구의 실험을 통하여 개발된 센서를 이용하여 주동근과 길항근을 구분하였고 EM에 대한 근육의 활성도를 구분 하였다.

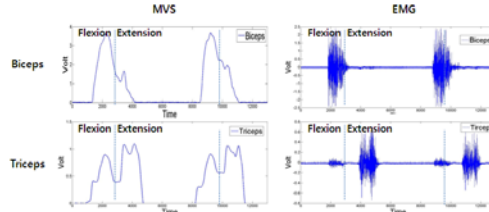


Fig. 7 MVS and EMG signal during isotonic elbow flexion/extension.

6. 결론

본 연구에서는 MVS를 이용한 주동근과 길항근을 구분하였고, EM에 대한 근육활성도를 구분할 수 있는 하드웨어를 개발하였다. 또한 개발된 MVS의 하드웨어에서 출력된 신호는 EMG신호와 동일한 경향성을 보였으며, 앞으로 EMG 대체 센서로 쓰일 수 있을 것이다. MVS는 EMG신호에 비해 간단한 신호 처리 과정과 비용절감의 효과를 가진다. 하지만 센서의 크기 문제와 착용성에 대한 문제가 있으며, 이러한 문제점을 해결한다면 근력 측정용 센서로서 착용형 근력지원 로봇 등 다양한 분야에 사용될 수 있을 것이다.¹

후기

본 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0020487)

참고문헌

1. A.R.Seo.,C.S.Han., "Development of muscle volume sensor for the measuring human behavior" Korea Society for Precision Engineering, **39**, 951-952, 2010
2. Fukunaga,T.,Miyatani,M., "Muscle volume is a major determinant of joint torque in human." Acta Physiol Scand,**172**, 249-225, 2001.
3. Joseph,J.James,E., "Isometric, Isotonic and Isokinetic Torque Variations in Four Muscle Group Through a Range of Joint Motion." Physical therapy, **63**, 938-947, 1983.